TUGAS AKHIR – VM180629

PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810080

NORVAN AJI SATRIO
NRP. 10211500000088

Dosen Pembimbing:
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.
19751206 200501 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

TUGAS AKHIR – VM180629

PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810080

NORVAN AJI SATRIO
NRP. 10211500000088

Dosen Pembimbing
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.
19751206 200501 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

FINAL PROJECT – VM 180629

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF VIBRATION AND NOISE ON THE LATHE SPINDLE RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR WITH SERIAL NO. 08210810080

NORVAN AJI SATRIO
NRP. 10211500000088

Advisor
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.
19751206 200501 1 002

MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRY DEPARTMENT
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2019

PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810080

TUGAS AKHIR

Diajkukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA
Oleh :

NORVAN AJI SATRIO
NRP. 10211500000088

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Pembimbing

Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19751206 200501 1 002

SURABAYA
JANUARI 2019

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

"PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810080"

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri untuk bisa dinyatakan lulus. Selain itu Tugas Akhir juga merupakan suatu bukti yang dapat diberikan kepada almamater dan masyarakat.

Adapun keberhasilan penulisan dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi, masukan, saran dan dukungan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D. pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dukungan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ir. Sri Bangun Setyawati, MT dan Ir. Hari Subiyanto, MSc selaku dosen wali.
3. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Industri
4. Bapak Ir. Suhariyanto, MT selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak – Ibu dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.

6. Semua dosen dan karyawan Departemen Teknik Mesin Industri.
7. Orang tua tersayang beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doanya.
8. Xeela Ramadhani yang telah membantu dalam segala hal.
9. Ahmad Farras yang telah menjadi partner dalam perkuliahan.
10. Teman-teman Nogogeni ITS Team.
11. Partner Tugas Akhir Abdul Malik Karim Amrullah.
12. Departemen Teknik Mesin Industri Angkatan 2015.
13. Serta semua teman-teman Departmen Teknik Mesin Industri dan semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata-mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810080

Nama Mahasiswa : Norvan Aji Satrio
NRP : 10211500000088
Departemen : Departemen Teknik Mesin Industri
Dosen Pembimbing : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., PhD.

ABSTRAK

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan pegukuran serta analisa getaran dan kebisingan pada mesin bubut run master model no. run-330x1000RR dengan serial no. 08210810080. Proses yang dilakukan adalah turning face dengan variasi kecepatan putar spindle, kedalaman potong, dan gerak pemakanan pada baja karbon ST 41 menggunakan pahat HSS. Setelah dilakukan pengukuran vibrasi dan kebisingan, data hasil pengukuran dianalisa lalu dibandingkan dengan swedish standar SS 728000 untuk data getaran dan KEMENAKER NO.51/MEN/1999 untuk data kebisingan.

Berdasarkan hasil pengukuran getaran yang diperoleh, maka dapat diketahui bahwa terdapat indikasi kegagalan dini pada titik SOH. Pada kedalaman potong 0.8 mm dengan kecepatan putar spindle 460 rpm nilai getaran 1.18 mm/s, pada 755 rpm 1.20 mm/s, dan pada 1255 rpm 1.24 mm/s. Pada gerak pemakanan 0.418 dengan kecepatan putar 1255 rpm menghasilkan nilai getaran 1.17 mm/s. Pada variasi kedalaman potong 0 mm menghasilkan nilai getaran terendah 0.42 mm/s dan tertinggi 0.8 mm menghasilkan nilai getaran 1.24 mm/s. Pada variasi gerak pemakanan terendah 0 mm/rev menghasilkan nilai getaran terendah 0.42 mm/s dan tertinggi 0.418 mm/rev menghasilkan nilai getaran 1.17 mm/s. Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan yang diperoleh,, pada variasi kedalaman potong 0 mm menghasilkan tingkat kebisingan terendah yaitu 79.70 dB dan tertinggi 93.80 dB sedangkan pada variasi gerak pemakanan menghasilkan tingkat kebisingan terendah yaitu 79.70 dB dan tertinggi 93.90 dB.

Kata kunci: predictive maintenance , overall vibration , sound level

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF VIBRATION AND NOISE ON THE LATHE SPINDLE RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR WITH SERIAL NO. 08210810080

Name : Norvan Aji Satrio
NRP : 10211500000088
Department : Mechanical Industry Engineering Department
Advisor : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.

ABSTRACT

In this Final Project measurement and analysis of vibration and noise on the lathe run master model no. run-330x1000RR with serial no. 08210810080. The process is carried out turning face with variations in spindle rotational speed, depth of cut, and feed motion on carbon steel ST 41 using HSS tools. After measuring vibration and noise, the measurement data is analyzed and then compared with the Swedish Standard SS 728000 for vibration data and KEMENAKER NO. 51 / MEN / 1999 for noise data.

Based on the results of the vibration measurements obtained, it can be seen that there are indications of early failure at the SOH point. At 0.8 mm cutting depth with a spindle rotational speed of 460 rpm the vibration value is 1.18 mm / s, at 755 rpm 1.20 mm / s, and at 1255 rpm 1.24 mm / s. In the 0.418 infeed motion with a rotational speed of 1255 rpm it produces a vibration value of 1.17 mm / s. In the variation of the cut depth of 0 mm it produces the lowest vibration value of 0.42 mm / s and the highest 0.8 mm produces a vibration value of 1.24 mm / s. In the variation of the lowest feed motion 0 mm / rev produces the lowest vibration value 0.42 mm / s and the highest 0.418 mm / rev produces a vibration value of 1.17 mm / s. Based on the results of measurements of noise obtained, the variation in the depth of 0 mm cut produces the lowest noise level which is 79.70 dB and the highest 93.80 dB while the variation of feed motion produces the lowest noise level of 79.70 dB and the highest 93.90 dB.

Keywords: predictive maintenance , overall vibration , sound level

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR GRAFIK xi
DAFTAR TABEL xii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Percobaan 2
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II DASAR TEORI
2.1 *Predictive Maintenance* 5
2.1.1 Manfaat dan Tujuan *Predictive Maintenance* 6
2.1.2 Metode dalam *Predictive Maintenance* 8
2.2 Analisa Getaran 8
2.2.1 Pengertian Getaran 8
2.2.2 Jenis Getaran 9
2.2.3 Amplitudo Getaran 10
2.3 Getaran dan Kondisi Mesin 12
2.3.1 Klasifikasi Pengukuran Getaran 13
2.3.2 Tujuan Pengukuran 13
2.4 Mesin Bubut Standar 14
2.4.1 Parameter Pemotongan pada Proses Pembubutan 14
2.4.2 *Spindle* 17
2.4.3 Perawatan *Predictive* pada *Spindle* 18

2.5 Tingkat Kebisingan Suara 20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Diagram Alir Penelitian..... 23
3.2 Alur Penelitian 24
3.3 Peralatan Penelitian..... 25
3.4 Variasi Pengukuran 27
3.5 Titik Pengukuran..... 27
3.6 Alat Ukur..... 28
3.7 Prosedur Pengujian 29
3.7.1 Prosedur Persiapan Pengujian..... 29
3.7.2 Prosedur Pengujian 31
3.7.3 Prosedur Setelah Pengujian 34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Pengukuran 35
4.1.1 Hasil Pengukuran Variasi Kedalaman Pemotongan 35
4.1.2 Hasil Pengukuran Variasi Gerak Pemakanan..... 43
4.1.3 Hasil Pengukuran Sound Level 51
4.2 Pembahasan..... 53
4.2.1 *Overall Vibration* 53
4.2.2 *Sound Level*..... 55
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran..... 60
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh *Predictive Maintenance* Berdasarkan Getaran 7
Gambar 2.2 Getaran Harmonik Sederhana 9
Gambar 2.3 Elemen-elemen Pada Amplitude Getaran 10
Gambar 2.4 *Center Lathe Machine* 14
Gambar 2.5 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran 15
Gambar 2.6 Gerak Makan (f) dan Kedalaman Pemotongan (a) 17
Gambar 2.7 Empat Komponen Teratas Pada Peralatan Mesin yang Sering Menyebabkan Downtime 18
Gambar 2.8 Metode *Predictive Maintenance* 19
Gambar 3.1 Mesin Bubut 25
Gambar 3.2 Pahat HSS 26
Gambar 3.3 Kunci *Chuck* dan Kunci *Toolpost* 26
Gambar 3.4 Baja Karbon ST 41 27
Gambar 3.5 Titik Pengukuran 27
Gambar 3.6 Vibration Meter 28
Gambar 3.7 Sound Level Meter 29
Gambar 3.8 Pemasangan Benda Kerja 29
Gambar 3.9 Pemasangan Pahat 29
Gambar 3.10 Tuas Pengatur Kecepatan *Spindle* 30
Gambar 3.11 Tuas Pengatur Kedalaman Pemotongan 30
Gambar 3.12 Tabel Gerak Pemakanan 30
Gambar 3.13 Menarik Tuas Kendali *Spindle* Untuk Menjalankan Mesin Bubut 31
Gambar 3.14 Menarik Tuas Kendali Eretan 31
Gambar 3.15 Pengambilan Data Arah Vertical 32
Gambar 3.16 Pengambilan Data Arah Horizontal 32
Gambar 3.17 Indikator Vibration Meter 33
Gambar 3.18 Pengambilan Data Nilai Kebisingan 33

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan 35
Grafik 4.2 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan 37
Grafik 4.3 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan 39
Grafik 4.4 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan 41
Grafik 4.5 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Gerak Pemakanan.....43
Grafik 4.6 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan.....45
Grafik 4.7 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Gerak Pemakanan.....47
Grafik 4.8 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan.....49
Grafik 4.9 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Kedalaman Pemotongan 51
Grafik 4.10 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Gerak Pemakanan.....52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konversi Antar Elemen Amplitudo 10
Tabel 4.1 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan 35
Tabel 4.2 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan 37
Tabel 4.3 Titik *Spinde Outer Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan 39
Tabel 4.4 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan 41
Tabel 4.5 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Gerak Pemakanan..... 43
Tabel 4.6 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan..... 45
Tabel 4.7 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Gerak Pemakanan..... 47
Tabel 4.8 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan..... 49
Tabel 4.9 Hasil Pengukura Level Suara Variasi Kedalaman Pemotongan 51
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Gerak Pemakanan..... 52
Tabel 4.11 Hasil Perbandingan Nilai Ambang Batas Kebisingan dengan Hasil Pengukuran Kedalaman Pemotongan 56
Tabel 4.12 Hasil Perbandingan Nilai Ambang Batas Kebisingan dengan Hasil Pengukuran Gerak Pemakanan..... 57

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri, proses pemesinan, mesin bubut sering digunakan untuk memotong benda kerja yang diputar untuk menghasilkan produk. Pada mesin bubut proses pemakanan benda kerja dilakukan dengan cara memutar benda kerja yang dikunci pada *chuck* lalu berputar dengan *spindle* kemudian dikenakan pada pahat . Sistem *spindle* merupakan salah satu *subsystem* penting dari mesin bubut. Terdiri dari beberapa bagian yaitu, poros rotor, bearing, system *clamping*. Rumah *spindle* yang mentransfer semua factor dari *spindle* ke mesin perkakas harus kuat dan kaku, penempatan bearing yang akurat dan memiliki kemampuan yang baik guna peforma sistem *spindle*. Mesin bubut tidak dapat menghasilkan benda kerja yang akurat apabila penurunan peforma pada *subsystem*nya. Maka dari itu diperlukannya pemantauan dan kontrol untuk meminimalkan / menghindari *downtimes* dan *losses* yang mengarah ke produktivitas yang lebih rendah.

Predictive atau *condition-based maintenance* terdiri dari pemantauan terhadap kondisi mesin dan operasional secara periodic, mengidentifikasi komponen yang bermasalah pada mesin dan melakukan perencanaan perawatan, kemudian jika diperlukan mesin akan dimatikan dan kegagalan yang terjadi akan diperbaiki. Analisis vibrasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk *condition-based maintenance,* digunakan untuk mengawasi dan menganalisa kondisi dari mesin, komponen dan system pada bagian tertentu berbasis getaran atau vibrasi yang ditimbulkan. *Predictive maintenance* telah terbukti mengurangi *downtimes*, *operation losses*, dan biaya maintenance juga menjaga peforma mesin yang optimal, *lifetime* mesin, serta safety.

Sama seperti *rotating equipment* lainnya, bagian paling penting dari unit *spindle* adalah bearing. Namun, selama *lifetime* bearing pada *spindle* tidak diketahui, sulit untuk memutuskan untuk merenovasi / melakukan penggantian *spindle*. Maka dari itu

pengukuran level getaran dan kebisingan dilakukan untuk memantau kondisi *rotating equipment* tanpa melakukan pembongkaran pada komponen sehingga dapat mengetahui kondisi *spindle.*

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara melakukan *predictive* atau *condition-based* maintenance pada *spindle* mesin bubut konvensional melalui pengukuran level getaran?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan *spindle*, kedalaman potong, dan gerak pemakanan terhadap level getaran pada *spindle* mesin bubut konvensional?
3. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan *spindle*, kedalaman potong, dan gerak pemakanan terhadap kebisingan yang dihasilkan mesin bubut konvensional?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Dapat megetahui cara melakukan *Predictive maintenance* pada *spindle* mesin bubut konvensional melalui pengukuran level getaran.
2. Dapat mengetahui pengaruh variasi kecepatan *spindle*, kedalaman potong, dan gerak pemakanan terhadap level getaran pada *spindle* mesin bubut konvensional.
3. Dapat mengetahui pengaruh variasi kecepatan *spindle*, kedalaman potong, dan gerak pemakanan terhadap kebisingan yang dihasilkan mesin bubut konvensional.

1.4 Manfaat Percobaan

1. Mengetahui cara melakukan *Predictive maintenance* berdasarkan metode vibrasi.
2. Dapat mengetahui kondisi *spindle* tanpa melakukan peombongkaran berdasarkan getaran yang dihasilkan.
3. Menjadi referensi untuk melakukan perawatan di Lab Perautan Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

1.5 Batasan Masalah

1. Proses yang dilakukan adalah proses *turning* dan tanpa menggunakan cairan pendingin.
2. Tidak menganalisa jenis kegagalan yang terjadi.
3. Geometri pahat diasumsikan sesuai dengan standar geometri pahat.
4. Pengukuran dilakukan pada *spindle* mesin bubut.
5. Material yang dipakai untuk proses pemotongan yaitu baja karbon ST 41

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri atas 5 bab, berdasarkan penulisan – penulisan tertentu, yang nantinya diharapkan agar pembaca lebih mudah dalam memahaminya. Sistematika penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan teori-teori dan fakta-fakta yang dipakai sebagai dasar untuk melakukan rujukan dan pembahasan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini berisikan metode pengerjaan dan pengambilan data Tugas Akhir.

BAB IV ANALISA DATA

Pada bab ini berisikan tentang hasil pengukuran serta pembahasan dari Tugas Akhir.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan atas penyusunan Tugas Akhir dan saran bagi penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
DASAR TEORI

2.1. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance dapat didefinisikan sebagai pengukuran yang mendeteksi suatu mekanisme yang akan mengalami degradasi, sehingga memungkinkan untuk menghilangkan atau mengendalikan penyebab degradasi tersebut sebelum semakin memburuknya kondisi fisik komponen. Pada dasarnya *predictive maintenance* berbeda dengan dengan *preventive maintenance* terutama pada kebutuhan pemeliharaannya, jika *predictive maintenance* berdasarkan kondisi mesin yang sebenarnya, sedangkan *preventive maintenance* berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan.

Pada industri yang memiliki banyak mesin penting dan sebagian besar tidak memiliki mesin cadangan atau jika terjadi terhentinya produksi yang tidak terjadwal akan menimbulkan kerugian yang besar, *predictive maintenance* dengan pola *condition-based maintenance* (CBM) dianggap lebih efektif dan efisien pada karena pemeliharaan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring)* dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan. Berbeda dengan pola pemeliharaan *time-based maintenance* (TBM) yang pemeliharaannya dilakukan berdasarkan pada jam operasi peralatan/komponen tanpa mempertimbangkan peralatan/komponen tersebut masih baik atau tidak, contohnya : mesin dilakukakn pemeliharaan setiap 3000 jam operasi/sekali setahun).

Pengembangan pola CBM, memanfaatkan berbagai peralatan test, peralatan monitoring yang telah dimiliki dan mengikuti berbagai metoda analisis yang dapat diterapkan dalam meningkatkan kualitas pemeliharaan maupun keandalan operasi produksi serta efektifitas dalam penggunaan biaya pemeliharaan itu sendiri. Melalui pengukuran yang dilakukan secara teratur maka kondisi awal terjadinya kerusakan dapat terdeteksi,

demikian pula dengan naiknya tingkat kerusakan yang terjadi, pengukuran yang terjadi dapat berfungsi untuk memprediksi kapankah tingkat getaran yang tidak diijinkan akan terjadi dan kapankah suatu mesin harus diperbaiki. Pelaksanaan tersebut disebut *trend monitoring* dengan begitu kegiatan perbaikan dapat direncanakan dengan baik.

Condition-based maintenance menunjukkan penyimpangan dari kondisi normal kerja mesin dan dengan cara ini dapat memberikan cara yang lebih handal untuk mengetahui kerusakan yang sedang dan akan terjadi. Dengan mengetahui penyimpangan yang terjadi sudah melebihi dari penyimpangan yang diijinkan maka pihak manajemen dapat menyiapkan komponen sesuai kebutuhan yang diperlukan. Kunci utama CBM adalah mendeteksi adanya penyimpangan dari kondisi normal kerja mesin dengan membandingkannya dengan simpangan yang diijinkan, lalu dianalisa kerusakan atau kegagalannya yang akan terjadi tersebut dan segera menyelesaikan masalah tersebut sebelum terjadinya kerusakan mesin atau *machine breakdown.*

2.1.1 Manfaat dan Tujuan *Predictive Maintenance*

Manfaat dari predictive maintence adalah :

- Memperbaiki efisiensi mesin

Dengan mengetahui keadaaan suatu mesin, kita dapat memperbaiki mesin tersebut apabila kondisi mesin tersebut tidak sesuai dengan kondisi normalnya. Ketika mesin beroperasi dengan kondisi yang tidak normal akan mengakibatkan penurunan efisiensi, maka diperlukannya perbaikan agar kinerja mesin tersebut akan normal kembali.

- Memperpanjang *lifetime* operasi mesin

Dengan mengetahui keadaan suatu mesin pada kondisi yang tidak normal dan akan melebihi dari kondisi yang diijinkan maka akan mengakibatkan kegagalan atau kerusakan pada komponen mesin. Jika tetap dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan *breakdown*, maka dari itu dilakukannya perbaikan berdasarkan kondisi mesin

- Digunakan untuk manajemen perawatan

Dengan mendapatkan data – data dari suatu mesin, pihak manajemen dapat membuat manajemen perawatan di *plant* tersebut. Manajemen akan mengatur biaya perawatan dan juga dapat meminimalisasikan proses *breakdown* yang tidak terjadwal. Memberikan data – data dari hasil pengukuran yang dapat digunakan untuk evaluasi, modifikasi dan perbaikan peralatan di kemudian hari

Dengan diketahuinya data – data dari *predictive maintenance* pihak manajemen dapat menjadwalkan perawatan rutin (*preventive maintenance)* dan bisa mengevaluasi perlatan – peralatan baik yang baru maupun yang sudah lama berdasarkan data tersebut. Keuntungan utama penerapan perawatan prediktif adalah meningkatnya kesiapan peralatan pabrik karena keandalan mesin yang lebih bagus. Kecenderungan rusaknya mesin dimasa mendatang dapat diantisipasi dengan baik sehingga dengan demikian aktivitas perawatan yang direncanakan akan cocok dengan jadwal shutdown peralatan. Keuntungan lain yang akan didapat adalah berkaitan dengan menurunnya biaya *spare part* peralatan dan upah pekerja. Mesin yang mengalami kerusakan selama beroperasi akan menyebabkan biaya perbaikan lebih besar dibadingkan bila kegiatan *repair* dilakukan sesuai jadwal.

Gambar 2.1 Contoh *Predictive maintenance* Berdasarkan Getaran

2.1.2 Metode dalam *Predictive Maintenance*

Upaya untuk mendeteksi timbulnya awal degradasi dengan tujuan menganalisa degradasi tersebut sebelum terjadi kegagalan pada komponen. Untuk itu *predictive maintenance* memiliki beberapa metode yaitu :

- *Vibration Monitoring* (Pemantauan terhadap getaran)
- *Thermography* (Pemantauan terhadap temperatur)
- *Oil Analysis* (Pemantauan terhadap minyak pelumas)
- *Ultrasonic Analysis* (Pemantauan terhadap suara)
- *Motor Analysis* (Pemantauan terhadap motor listrik)
- *Peformance Trending* (Pemantauan terhadap tren peforma)

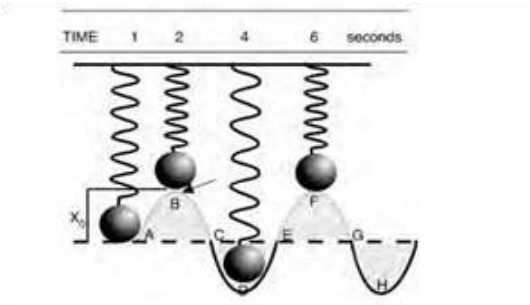
2.2. Analisa Getaran

Analisa getaran dilakukan untuk membantu mengevaluasi "kesehatan" mesin selama mesin beroperasi. Metode ini bergantung pada jenis mesin dan komponen penting yang harus dipantau, berapa jumlah parameter pengukuran, dan sistem pemantauan yang sesuai. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui kondisi suatu mesin atau komponen dalam waktu yang cukup sehingga dapat melakukan aksi perawatan sebelum cacat tertentu pada mesin berkembang secara signifikan sehingga berdampak pada kegiatan operasi mesin atau komponen dan umur mesin atau komponen, sehingga dapat membentuk rencana pemeliharaan dengan biaya yang efektif.

2.2.1 Pengertian Getaran

Getaran adalah gerak berkala (*periodic motion)* atau sebuah gerak bolak balik dari kondisi diam selama selang waktu tertentu. Pada dasarnya setiap komponen atau mesin yang beroperasi akan menghasilkan getaran. Namun pada sebagaian besar mesin, getaran dengan level yang tinggi ini tidak diinginkan karena selain meningkatkan tegangan juga mengurangi energi yang seharusnya digunakan untuk kefungsian mesin itu sendiri. Getaran ditandai dengan perubahan secara periodic dari suatu besaran. Getaran dapat dilihat dimana-mana, misalnya sebuah

pegas dimana ujung atasnya dilekatkan pada benda diam dan ujung bawahnya diberikan beban seperti pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Getaran Harmonik Sederhana

Secara umum, gerak getaran merupakan suatu fungsi periodic. Fungsi periodik dapat dinyatakan sebagai :

$$X(t) = X(t+T) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.1)$$

Dimana t adalah waktu dan T merupakan konstanta yang bersatuan waktu dan disebut sebagai periode. Contoh fungsi periodic dapat digambarkan dalam gambar 2.2 nilai kebalikan dari T disebut frekuensi, yaitu f = 1/T. Frekuensi menyatakan jumlah getaran per satuan waktu. Satuan frekuensi yaitu Hertz (Hz) namun di dunia industry lebih sering memakai satuan CPS (*Cycle per Second*) atau CPM (*Cycle per Minute*)

2.2.2 Jenis Getaran

Berdasarkan gangguan yang bekerja getaran dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1.Getaran Bebas

Getaran bebas adalah gerak sistem getaran tanpa adanya gangguan dari luar. Gerakan ini terjadi karena kondisi awal saja. Bila sistem tidak memiliki redaman, maka getaran yang terjadi akan berlangsung terus menerus tiada

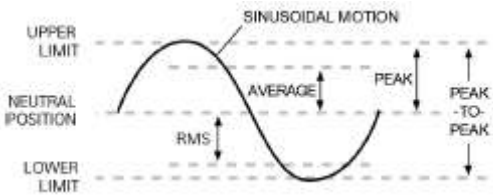
hentinya. Namun kondisi ini tidak pernah dijumpai dalam praktek karena sistem getaran selalu memiliki redaman. Adanya redaman akan menyebabkan amplitudo getaran semakin lama semakin kecil sehingga akhirnya berhenti.

2. Getaran Paksa

Getaran paksa adalah getaran yang mendapat gangguan dari gaya luar. Jika rangsangan tersebut berisolasi, maka sistem akan terpengaruh oleh frekuensi rangsangan. Jika frekuensi natural sama dengan frekuensi rangsangan maka akan terjadi resonansi dan akan mengakibatkan osilasi yang besar dan berbahaya

2.2.3 Amplitudo Getaran

Didefinisikan sebagai besaran simpangan maksimum dari benda yang bergetar. Amplitudo memiliki elemen-elemen yang digunakan sebagai hasil pembacaan pengukuran, antara lain adalah seperti pada gambar 2.3 :



Gambar 2.3 Elemen-elemen pada amplitude getaran

Elemen-elemen ini dapat dikonversikan antara satu dengan lainnya berdasarkan tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Konversi Antar Elemen Amplitudo

	Peak-to-peak x	Peak x	RMS x	Average x
Peak-to-peak =	1	2	2.828	3.142
Peak =	0.5	1	1.414	1.571
RMS =	0.354	0.707	1	1.5
Average =	0.318	0.636	0.9	1

Kebanyakan gelombang getaran tidak berbentuk sinusoidal pada prakteknya sehingga elemen *peak-to-peak* menjadi kurang valid untuk pembacaan data. Perlu diketahui juga bahwa jika waktu pengukuran tidak sama antara pengukuran berikutnya, serta pengukuran yang dilakukan secara berulang juga tidak akan mendapatkan hasil yang sama persis bahkan saat menjaga semua prosedur pengukuran yang benar.Ini adalah fakta bahwa nilai dari RMS (*root mean square*) yang akan dihitung dari bentuk gelombang acak pada setiap pengukuran dan digunakan sebagai hasil pembacaan pengukuran .

Amplitudo getaran dapat dinyatakan sebagai *displacement, velocity,* ataupun *acceleration* berikut pengertian dari ketiga karakteristik tersebut :

- *Displacement* (x)
  Displacement atau bisa disebut perpindahan adalah perubahan actual dalam jarak atau posisi suatu objek yang relatif terhadap titik referensi. Satuan SI yang digunakan yaitu µm.
- *Velocity*
  Velocity atau kecepatan adalah laju perubahan perpindahan terhadap waktu, atau seberapa cepat suatu komponen bergerak untuk menempuh suatu perpindahan (*displacement*). Satuan SI yang digunakan yaitu mm/s.
- *Acceleration*
  Acceleration atau akselerasi adalah laju perubahan kecepatan terhadap waktu. Akselerasi umumnya dinyatakan dalam konstanta gravitasi (g) dengan 1 g adalah 32,17 ft/s atau 9.81 m/s^2 .

  Untuk pengukuran nilai getaran yang biasa digunakan adalah *velocity* dengan interval frekuensi 10 – 1.000 Hz, sedangkan *displacement* digunakan untuk frekuensi <10 Hz dan *acceleration* digunakan pada frekuensi >1.000 Hz (ALENA BILOŠOVÁ, 2012)

2.3 Getaran dan Kondisi Mesin

Pada dasarnya setiap mesin yang beroperasi menghasilkan getaran. Mesin yang ideal tidak akan bergetar dengan tingkat getaran yang tinggi, apabila terjadi getaran yang tinggi maka dapat diindikasikan terjadi suatu kegagalan dalam mesin tersebut. Dalam dunia industri mesin yang dirancang dengan baik getarannya relatif rendah namun untuk jangka waktu pemakaian yang lama akan terjadi kenaikan level getaran karena hal berikut :

a. Keausan pada elemen mesin.
b. Terjadi deformasi pada fondasi (base plate) dan mengakibatkan misalignment pada poros.
c. Perubahan perilaku dinamik pada mesin sehingga terjadi perubahan frekuensi pribadi.

Pada jaman dahulu problem getaran dapat dirasakan oleh operator karena alasan berikut :

a. Putaran kerja mesin relatif rendah sehingga frekuensinya masih dapat dirasakan.
b. Masih ada interaksi yang intensif antara operator dengan mesin.

Sedangkan dewasa ini problem getaran mesin tidak teramati dengan detail karena alasan berikut :

a. Putaran kerja mesin yang relatif tinggi sehingga sulit merasakan getaran yang terjadi.
b. Interaksi yang relatif jarang antara operator dengan mesin karena mesin dioperasikan menggunakan sistem control

Keadaan diatas mengakibatkan bahwa pemantauan getaran mesin dewasa ini tidak dapat lagi dilakukan secara kualitatif sehingga pemakaian peralatan getaran untuk memantau getaran yang terjadi adalah merupakan keharusan. Umumnya elemen mesin bertumpu pada sistem bantalan sehingga gaya eksitasi getaran pada elemen tersebut diteruskan pula ke sistem tumpuannya. Karena itu pemantauan sinyal getaran dilakukan pada rumah bantalan sehingga gaya eksitasi getaran pada elemen tersebut diteruskan pula ke sistem tumpuannya. Karena itu pemantauan sinyal getaran dilakukan pada rumah bantalan. Sinyal

getaran yang dipantau tersebut berupa sinyal getaran dalam domain waktu yang dapat dikonversikan lebih lanjut kedalam domain frekuensi. Setiap getaran mesin memiliki spectrum dengan ciri tertentu.

2.3.1 Klasifikasi Pengukuran Getaran

Pengukuran getaran permesinan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

a. Pengukuran untuk mengetahui level getaran
   Pengukuran ini umumnya melibatkan data sinyal getaran dalam domain waktu. Dari pengukuran tersebut diperoleh informasi level getaran yang stabil dalam besaran rms (root mean square). Hasil pengukuran level getaran umumnya untuk dibandingkan dengan besaran standar (standar ISO) sehingga dapat diketahui getaran mesin tersebut dalam batas aman atau tidak.
b. Pengukuran untuk analisis getaran.
   Pengukuran ini lebih rumit daripada pengukuran level getaran karena melibatkan sinyal getaran dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi. Alat ukur yang digunakan adalah jenis CSI (Computational System Incorporated) sehingga dapat dilakukan proses konversi dari dari data domain waktu ke domain frekuensi. CSI ini dapat juga dilakukan untuk pengolahan data lebih lanjut yang mana nantinya berguna untuk analisis sinyal getaran untuk memperoleh keperluan diagnosa kemungkinan kegagalan dalam mesin tersebut.

2.3.2 Tujuan Pengukuran

Dalam suatu pengukuran getaran mesin tujuan utama adalah untuk mendapatkan data dimana dengan melalui pemantulan sinyal getaran secara berkala maka kita dapat mengetahui kondisi mesin yang sebenarnya. Data-data tersebut merupakan sumber informasi yang sangat berharga tentang kelainan atau kerusakan yang diketahui beserta spectrum getarannya. Dengan demikian kerusakan dan kelainan yang sama yang pernah terjadi akan dapat diidentifikasi dengan cepat. Selain itu data-data tersebut dapat

juga dimanfaatkan untuk mengubah spesifikasi rancangan sehingga tingkat keandalan mesin dapat dinaikkan.

2.4 Mesin Bubut Standar (*Center Lathe Machine)*

Mesin bubut standar, merupakan salah satu jenis mesin bubut yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga diklat atau pelatihan. Pertimbangannya adalah jenis mesin bubut ini memiliki bentuk yang relatif sederhana, ukurannya tidak terlalu besar, praktis meggunakannya dan sederhana/ simpel bentuknya. Contoh salah satu model mesin bubut standar yang umum digunakan, dapat dilihat pada (Gambar 2.4).

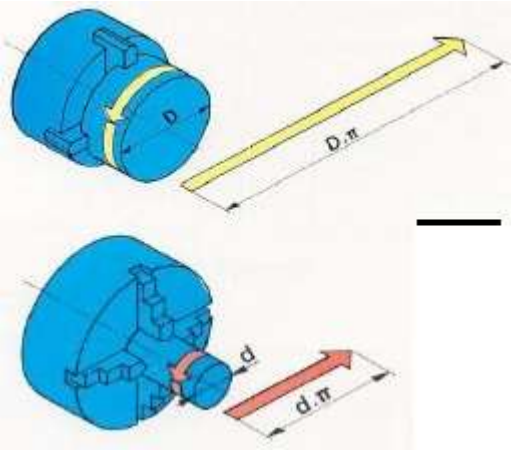
Gambar 2.4 *Center Lathe Machine*

2.4.1. Parameter Pemotongan pada Proses Pembubutan

Yang dimaksud dengan parameter pemotongan pada proses pembubutan adalah, informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus dan tabel-tabel yang mendasari teknologi proses pemotongan/ penyayatan pada mesin bubut diantaranya. Parameter pemotongan pada proses pembubutan meliputi: kecepatan potong (Cutting speed - Cs), kecepatan putaran mesin (Revolotion Permenit - Rpm), kecepatan pemakanan (Feed – F) dan kedalaman pemotongan (Depth of Cut – a).

1. Kecepatan potong (Cutting speed – Cs)

Yang dimaksud dengan kecepatan potong (Cs) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan geram dalam satuan panjang/ waktu (meter/menit atau feet/ menit). Secara sederhana kecepatan potongdapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar.



Gambar 2.5 Panjang Permukaan Benda Kerja yang Dilalui Pahat Setiap Putaran

Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potongnya (Cs) adalah: Keliling lingkaran benda kerja (π.d) dikalikan dengan putaran (n).atau:

$$Cs = \pi.d.n \text{ .....(2.2)}$$

Keterangan:
Cs : Kecepatan potong (m/menit)
d : diameter benda kerja (mm)
n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)
π : nilai konstanta = 3,14

2. Kecepatan Pemakanan (Feed - F)

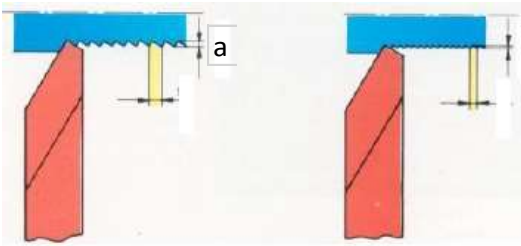
Kecepatan pemakanan atau ingsutan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin ini dapat diartikan, seberapa besar kemampuan mesin dalam mendukung tercapainya kecepatan pemakanan yang optimal. Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil pemukaan yang halus (waktu pembubutan lebih cepat), dan pada proses penyelesaiannya/ finising digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pembubutan lebih lama).

Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (n) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

$$F = f \times n \quad \text{.....(2.3)}$$

Keterangan:
F= Kecepatan pemakanan (mm/menit)
f= besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)
n= putaran mesin (putaran/menit)

Sedangkan besar pemakanan atau biasa disebut gerak makan (f) adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali, sehingga satuan f adalah mm/putaran.



Gambar 2.6 Gerak Makan (f) dan Kedalaman Pemotongan (a)

Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong. Gerak makan berharga sekitar 1/3 sampai 1/20 kedalaman pemotongan, atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang diinginkan.

3. Kedalaman pemotongan Depth of Cut - a)

Yang dimaksud dengan kedalaman pemotongan adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong, sehingga satuan a adalah mm. (lihat gambar 2.6) Ketika pahat memotong sedalam a, maka diameter benda kerja akan berkuran 2a, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

2.4.2. *Spindle*

Pada mesin bubut, komponen *spindle* berada pada *headstock.* Motor listrik menggunakan *belt* dan *pulley* untuk menghantarkan energinya, lalu dihantarkan melalui poros. Komponen *spindle* merupakan *output* terakhir dari poros yang juga memegang benda kerja untuk berputar. Fungsi umum pada komponen *spindle* yaitu:

- Memegang benda kerja

Pada mesin bubut, benda kerja dipasang pada chuck yang berada pada *spindle*, benda kerja akan ikut berputar bersama *spindle.*

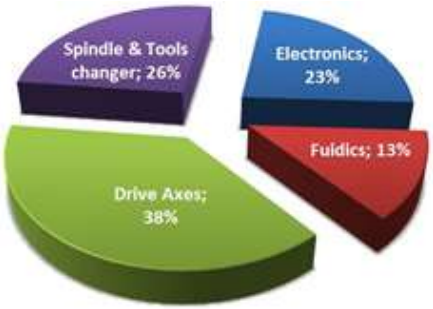
- Memposisikan (*centering*) benda kerja

  Pada mesin bubut, benda kerja yang dipasang pada *chuck* akan di atur posisinya agar berputar dengan baik bersama dengan *spindle*. *Three jaw / self centering jaw chuck* adalah jenis *chuck* yang dipakai untuk mengunci benda kerja.
- Mentransmisikan energi untuk memutar benda kerja

  (Joshi, 2005)

2.4.3. Perawatan *Predictive* pada *Spindle*

Spindle memegang peranan penting untuk fungsi dan peforma sebuah mesin perkakas. Keandalan dari *spindle* mempengaruhi efektivitas pengerjaan manufaktur dan stabilitas peralatan. Selama proses operasi, *spindle* menerima beban yang mengakibatkan meningkatnya kondisi thermal. Ketika *spindle* berputar lalu menerima gaya pemotongan, maka *spindle* akan menerima impuls melalui *chuck* menuju ke bantalan poros (*spindle bearings)*. Masalah dalam *spindle* adalah salah satu sumber utama dari *downtime* alat mesin di industry manufaktur.



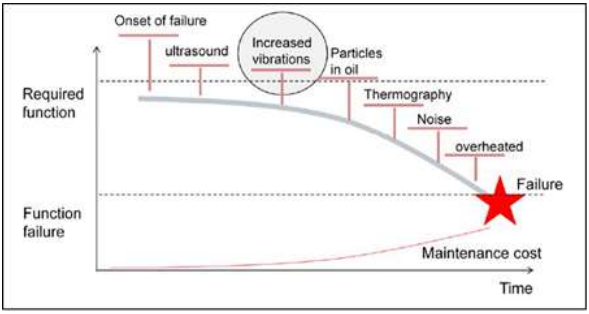
Gambar 2.7 Empat Komponen Teratas pada Peralatan Mesin yang Sering Menyebabkan Downtime

Menurut data *maintenance* yang dikumpulkan dari 250 mesin perkakas di sector manufaktur mobil, terdapat 4 subsistem utama yang paling sering mengalami *downtime* ketika

diidentifikasi. Pada gambar 2.7 terlihat bahwa *spindle* menyumbang 26% downtime, kedua terbesar dari 4 faktor lainnya.

Dengan mempertimbangkan mesin perkakas sebagai aset yang produktif, maka mesin diharapkan berfungsi pada peforma terbaiknya, menghindari dari biaya perbaikan yang tidak terencana serta kerugian produksi karena downtime atau masalah kualitas. Karena itu, mesin perkakas harus dijaga agar tetap pada kondisi yang optimal dengan cara memliki metode perawatan *preventive*, dengan begitu maka strategi pemeliharaan dapat direncanakan terlebih dahulu berdasarkan kebutuhan perawatan pada tiap mesin. Untuk memenuhi kebutuhan perawatan pada tiap mesin berdasarkan kondisi terkini maka diperlukan juga *predictive* atau *condition-based maintenance* perlu dilakukan.

Perawatan *predictive* memiliki beberapa metode untuk mengawasi kerusakan pada komponen yang mengakibatkan kegagalan yang akan terjadi. Masing – masing metode memiliki kemampuan mendeteksi kegagalan awal yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Metode *Predictive maintenance*

Berdasarkan gambar 2.8, mesin yang mengalami kegagalan dapat menunjukkan peningkatan getaran sebelum dilakukannya analisa pelumasan yang bertujuan untuk mengetahui pencemaran partikel pada pelumas. Untuk peralatan yang berputar, analisa

getaran telah menjadi salah satu metode yang digunakan dan diterima karena keandalannya. Pemantauan getaran memungkinkan mendeteksi kegagalan awal seperti keausan, *unbalance, misalignment, bearing defect* pada gerakan *reciprocating* maupun rotasi.

2.5 Tingkat Kebisingan Suara

Bunyi atau suara didefinisikan sebagai serangkaian gelombang yang merambat dari sumber getar sebagai akibat perubahan kecepatan dan juga tekanan udara. Bunyi adalah rangsangan yang diterima oleh telinga karena getaran media elastis. Frekwensi bunyi adalah jumlah gelombang bunyi lengkap yang diterima telinga setiap detik. Frekwensi bunyi yang bisa diterima telinga manusia terbatas mulai frekwensi 16 Herts sampai 20.000 Herts. Frekwensi bunyi yang terutama penting untuk komunikasi atau pembicaraan adalah sekitar 250-3.000 Herts. Bunyi merambat melalui udara dengan kecepatan sekitar 340 m/detik, panjang gelombang bunyi adalah 340 m/frek sehingga makin tinggi frekwensi makin pendek gelombang bunyi tersebut.

Tipe bunyi dapat dibedakan dalam 3 rentang frekuensi sebagai berikut :

1) Infra *Sonic*, bila suara dengan gelombang antara 0 - 16 Hz. *Infra sonic* tidak dapat didengar oleh telinga manusia dan biasanya ditimbulkan oleh getaran tanah dan bangunan. Frekuensi < 16 Hz akan mengakibatkan perasaan kurang nyaman, lesu dan kadang-kadang mengalami perubahan penglihatan. 9
2) *Sonic*, bila gelombang suara antara 16 - 20.000 Hz. Merupakan frekuensi yang dapat ditangkap oleh telinga manusia.
3) *Ultra Sonic*, bila gelombang > 20.000 Hz.

Dalam pengukuran biasa digunakan decibel (dB). *Deci* berarti 10 dan *Bell* diambil dari nama orang yang menemukan telepon, Alexander Graham Bell.

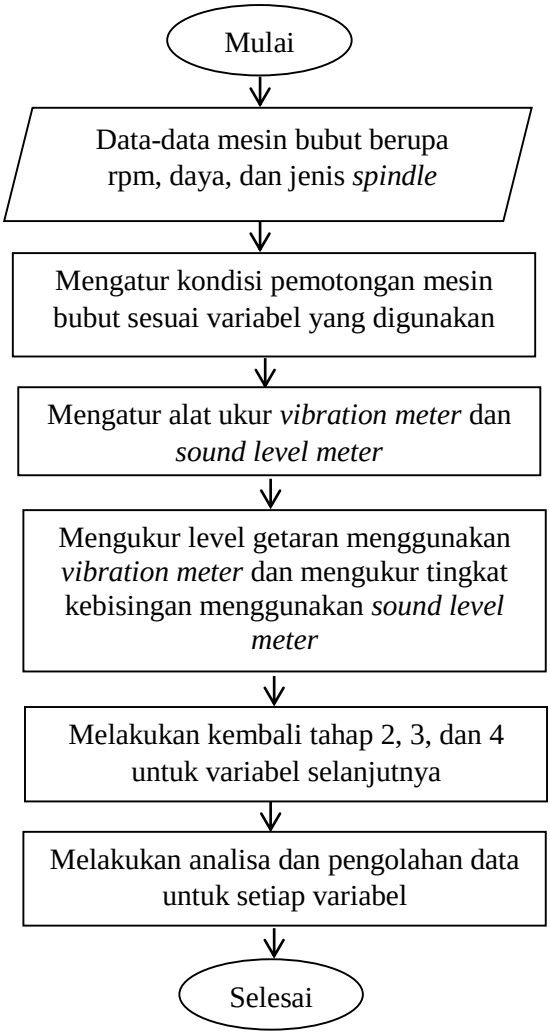
Untuk mendapatkan nilai kebisingan yang benar-benar menggambarkan persepsi suara yang diterima manusia, diciptakanlah berbagai jenis pembebanan terhadap frekuensi ini. Salah satu jenis pembebanan itu ialah pembebanan A. Pembebanan A atau *The A Weighting Network* mempunyai sumber bunyi untuk mendiskripsikan respon manusia terhadap tingkat tekanan suara yang rendah. Setelah dilakukan pembebanan A, tingkat tekanan suara yang terukur akan menjadi lebih besar daripada tingkat tekanan suara sebelum pembebanan. Inilah yang ditampilkan oleh alat ukur (*Sound Level Meter*) yang mempunyai rangkaian pembebanan A.

Kebisingan adalah salah satu faktor fisik berupa bunyi yang menimbulkan akibat buruk bagi kesehatan dan keselamatan kerja. Menurut: gangguan pendengaran akibat terpapar suara bising atau disebut dengan NIHL (*Noise Induced Hearing Loss*) merupakan salah satu penyakit akibat kerja yang paling banyak dijumpai di perusahaan, tetapi penyakit ini bisa cepat dapat diketahui serta dapat dikendalikan. Pendengaran akan terganggu apabila tenaga kerja terpapar secara terus menerus oleh bising diatas 85 dB (A). Oleh karena itu Nilai Ambang Batas kebisingan manusia adalah 85 dB (A) artinya tenaga kerja akan aman bila terpapar kebisingan pada 85 dB (A) selama 8 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Alur Penelitian

Alur penelitian adalah sebagai acuan untuk membuat penelitian lebih terstruktur dan sistematis dalam proses pengerjaannya. Dalam sub bab ini dibahas urutan langkah penelitian mulai dari awal hingga terbentuknya kesimpulan. Berikut merupakan langkah – langkah dalam penelitian ini:

a. Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah tahapan awal dalam penelitian ini, berdasarkan dari latar belakang penelitian dilakukan dilakukanlah perumusan masalah. Pada tahapan ini dilakukan penggalian gagasan-gagasan berdasarkan latar belakang untuk dibentuknya rumusan masalah pada penelitian ini.

b. Penyusunan dan Penyesuaian Landasan Teori

Penyusunan landasan teori merupakan tahapan pencarian, pengumpulan, dan pembelajaran teoori yang digunakan sebagai dasar penelitian ini. Penyusuaian landasan teori berkaitan dengan penyusunan kembali landasan teori apabila ditemukan ketidaksesuaian landasan teori dengan penelitian ini. Sumber utama pada tahapan penyusunan dan penyesuaian landasan teori adalah buku refrensi dan jurnal terkait. Hal utama dari landasan teori pada penelitian ini berupa teori pada penelitian ini berupa teori-teori tentang *predictive maintenance*, vibrasi, *sound level meter*, *condition monitoring spindle*. Penyesuaian landasan teori terus dilakukan pada tahapan – tahapan selanjutnya apabila ditemui ketidaksesuaian landasan teori terhadap penelitian ini.

c. Pengambilan Data

Pengambilan data merupakan inti dari tahapan penelitian ini. Pengukuran ini dilakukan pada mesin bubut merek Run Master model no. Run-330x1000 RR serial no. 08210810080 di workshop Department Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

d. Pengolahan dan Analisa Data

Data yang didapatkan dari pengukuran berupa *Velocity* RMS dan sound level meter (dB). Dari *Velocity* RMS dapat diketahui level getaran atau kondisi dari mesin tersebut yang mengacu pada Swedish standar SS 728000 pada LTSC *(Long Term Spindle Condition)*. Dari data yang dihasilkan sound level meter dapat diketahui tingkat kebisingan yang dihasilkan sehingga dapat dibandingkan dengan nilai ambang batas kebisingan sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/MEN/1999 .

e. Kesimpulan

Tahap akhir dari penelitian ini didapat kesimpulan mengenai bagaimana pengaruh variasi kedalaman pemotongan serta gerakan pemakanan ditinjau dari nilai Velocity RMS pada *spindle* mesin bubut serta tingkat kebisingan yang dihasilkan.

3.3. Peralatan Penelitian

1. Mesin Bubut

Spesifikasi mesin bubut:

a) Daya Main Motor Listrik : 3 HP
b) Daya Motor Pompa : 0,05 HP
c) *Spindle* bore : 38 mm
d) *Spindle* nose : D21 -4
e) Kecepatan *Spindle* : 70-2000 rpm
f) Machine height : 1238 mm
g) Machine length : 1940 mm
h) Machine width : 755 mm

Gambar 3.1 Mesin Bubut

2. Pahat

Pahat yang digunakan adalah pahat HSS dengan ukuran 1/2x1/2x4”

Gambar 3.2 Pahat HSS

3. Kunci *chuck* dan kunci *toolpost*

Kunci *chuck* digunakan untuk menyetel chuck untuk mencekam benda kerja. Kunci *toolpost* digunakan untuk menyetel pahat.

Gambar 3.3 Kunci *Chuck* dan Kunci *Toolpost*

4. Benda Kerja

Benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Material	: Baja karbon ST 41
Diameter	: 20 mm
Panjang	: 200 mm
Kekuatan tarik	: 41 kg/mm^2
Hardness	: 165 HV

Gambar 3.4 Baja Karbon ST 41

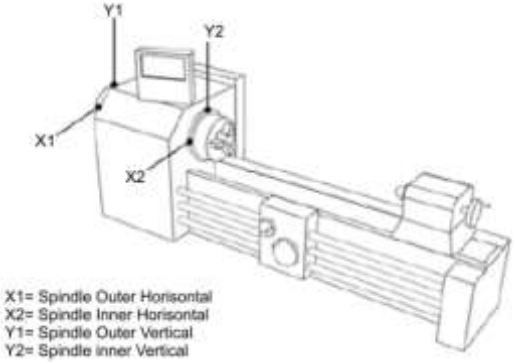
3.4. Variasi Pengukuran

Pada penelitian ini menggunakan variasi pengukuran sebagai berikut :

- Rpm : 460 rpm, 755 rpm, 1255 rpm
- Feed : 0 mm/rev, 0.052 mm/rev, 0.104 mm/rev, 0.208 mm/rev, 0.418 mm/rev.
- Depth of Cut : 0 mm, 0.2 mm, 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm.

3.5. Titik Pengukuran

Pengambilan data hasil pengukuran dilakukan pada 4 titik pengukuran seperti pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 Titik Pengukuran

3.6. Alat Ukur

Alat ukur yang dipakai pada penelitian ini yaitu :

1. Vibration Meter

   Spesifikasi Vibration Meter :

Merk	: Fluke 805
Rentang frekuensi rendah	: 10 Hz s/d 1000 Hz
Rentang frekuensi tinggi	: 4.000 Hz s/d 20.000 Hz
Batas Getaran	: 50 g puncak
Sensitivitas	: 100 mV g ± 10%
Akurasi	: Di 100 Hz ± 5%
Ukuran (cm) (P x L x T)	: 25,72 x 16,19 x 9,84

Gambar 3.6 Vibration Meter

2. Sound Level Meter

   Spesifikasi Sound Level Meter :

Merk	: Krisbow kw06-290
Rentang Frekuensi	: 31,5 Hz~8KHz
Rentang Pengukuran	: 35~130 dB
Akurasi	: ± 1.5 dB

Gambar 3.7 Sound Level Meter

3.7. Prosedur Pengujian

3.7.1. Prosedur Persiapan Pengujian

1. Pemasangan Benda Kerja

   Pada tahap ini dilakukan pemasangan benda kerja pada *chuck spindle* mesin bubut.

Gambar 3.8 Pemasangan Benda Kerja

2. Pemasangan Pahat

   Pada tahap ini dilakukan pemasangan pahat pada *toolpost*.

Gambar 3.9 Pemasangan Pahat

3. Mengatur Kecepatan *Spindle*
   Pada tahap ini dilakukan penyetelan kecepatan *spindle*.

Gambar 3.10 Tuas Pengatur Kecepatan *Spindle*

4. Mengatur Kedalaman Pemotongan
   Pada tahap ini dilakukan pengaturan kedalaman pemotongan.

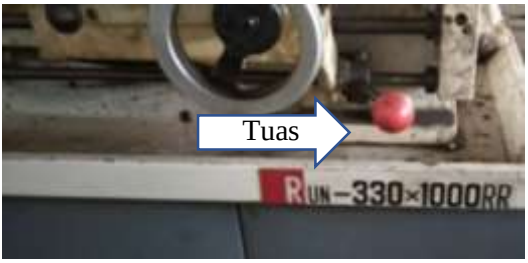
Gambar 3.11 Tuas Pengatur Kedalaman Pemotongan

5. Mengatur Gerak Pemakanan
   Pada tahap ini dilakukan pengaturan gerak pemakanan.

Gambar 3.12 Tabel Gerak Pemakanan

3.7.2. Prosedur Pengujian

1. Tarik tuas kendali *spindle* untuk mulai menjalankan *spindle* mesin bubut.



Gambar 3.13 Menarik Tuas Kendali *Spindle* Untuk Menjalankan Mesin Bubut

2. Tarik tuas kendali eretan untuk memulai proses Pemotongan benda kerja. Setelah tuas ditarik makan eretan akan membawa pahat menuju benda kerja pahat akan mulai memotong benda kerja.

Gambar 3.14 Menarik Tuas Kendali Eretan

3. Letakkan vibration meter pada titik pengukuran. Ketika pemotongan sudah stabil maka tekan tombol '*measure*' pada vibration meter untuk memulai pengambilan nilai getaran.

Gambar 3.15 Pengambilan Data Arah *Vertical*

Gambar 3.16 Pengambilan Data Arah *Horizontal*

4. Apabila indikator vibration meter berwarna merah maka pengukuran harus diulang dikarenakan ondisi pengukuran yang tidak tepat, sedangkan apabila indicator berwarna hijau maka pengukuran berhasil dan akan menampilkan nilai getaran. Apabila vibration meter sudah menampilkan hasil pengukuran tekan tombol ‘*save*’ untuk menyimpan hasil

Gambar 3.17 Indikator Vibration Meter

5. Letakkan sound level meter sedekat mungkin dengan *spindle*. Ketika proses pemotongan sudah stabil tekan tombol ‘MAX’ untuk mendapatkan nilai kebisingan. Setelah didapatkan nilai kebisingan maka catat nilai kebisingan tersebut.

Gambar 3.18 Pengambilan Data Nilai Kebisingan

6. Selalu hentikan proses pemotongan dengan menarik tuas kendali *spindle* dan tuas kendali eretan setiap pergantian variable yang akan diujikan.
7. Lakukan langkah 1 - 5 pada prosedur pengujian setiap variable yang digunakan.

3.7.3. Prosedur Setelah Pengujian

1. Tarik tuas kendali *spindle* dan tuas kendali eretan keposisi semula untuk menghentikan proses pemotongan.
2. Lepaskan sisa benda kerja dari *chuck* mesin bubut.
3. Lepaskan pahat dari toolpost mesin bubut.
4. Pindahkan data yang telah tersimpan pada vibration meter kedalam komputer / PC dengan menggunakan kabel usb.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

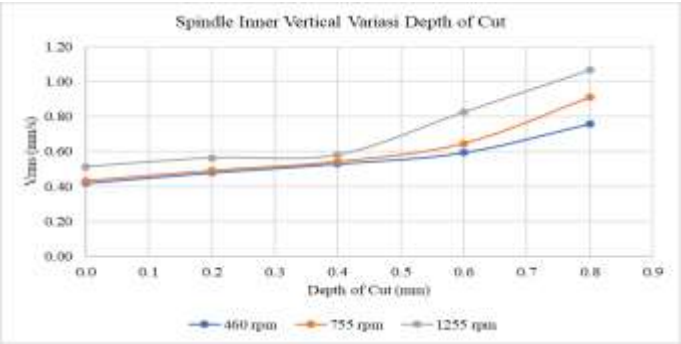
4.1. Hasil Pengukuran

4.1.1. Hasil Pengukuran Variasi Kedalaman Pemotongan

Hasil pengukuran pada titik *spindle inner vertical* dengan variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan variasi 5 kedalaman pemotongan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 gerakan pemakanan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Grafik 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1. Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Inner Vertical Variasi Depth of Cut				
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.0	460	0	0.42	A
0.2		0.208	0.48	A
0.4			0.53	A
0.6			0.59	A
0.8			0.76	B
0.0	755	0	0.43	A
0.2		0.208	0.49	A
0.4			0.54	A
0.6			0.65	A
0.8			0.91	B
0.0	1255	0	0.51	A
0.2		0.208	0.56	A
0.4			0.58	A
0.6			0.82	B
0.8			1.07	B



Grafik 4.1. Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan Tabel 4.1 amplitudo yang diukur pada titik ini masih dalam zona status A, kecuali pada variasi kedalaman potong 0.8 mm pada tiap kecepatan *spindle* dan variasi kedalaman potong 0.6 mm pada kecepatan *spindle* 1255 rpm yang masuk pada zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.42 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.76 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.06 mm/s. Pada variasi kedalaman pemotongan lainnya amplitude getaran cenderung naik konstan hingga kedalaman pemotongan 0.6 mm dan terjadi lonjakan pada kedalaman potong 0.8 mm sebesar 0.17 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.43 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.91 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.06 mm/s. Kenaikan amplitude yang dihasilkan pada kedalaman pemotongan 0.8 mm juga mengalami lonjakan sebesar 0.26 mm/s.

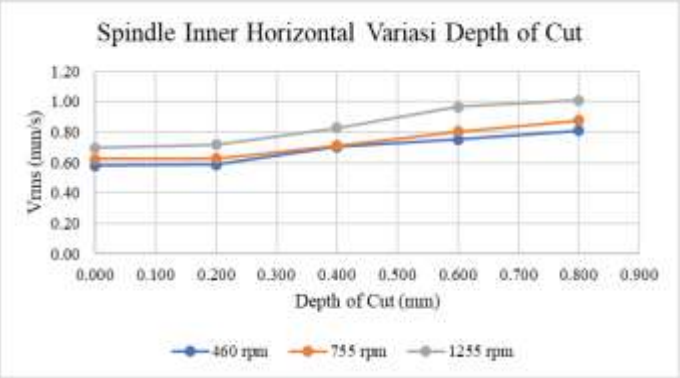
Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.51 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.07 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.05 mm/s.

Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan dengan rata- rata peningkatan 0.56 mm/s. Pada variasi kedalaman pemotongan 0.6 mm dan 0.8 mm terjadi pelonjakan amplitudo tetapi masih dalam batas yang diijinkan.

Hasil pengukuran pada titik *spindle inner horizontal* dengan variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan variasi 5 kedalaman pemotongan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 gerakan pemakanan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Grafik 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2.Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Inner Horizontal Variasi Depth of Cut				
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0	0.58	A
0.200		0.208	0.59	A
0.400			0.70	A
0.600			0.75	B
0.800			0.81	B
0.000	755	0	0.62	A
0.200		0.208	0.63	A
0.400			0.71	A
0.600			0.80	B
0.800			0.88	B
0.000	1255	0	0.70	A
0.200		0.208	0.72	B
0.400			0.83	B
0.600			0.97	B
0.800			1.01	B



Grafik 4.2 Titik *spindle inner horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan Tabel 4.2 kecepatan *spindle* 460 rpm dan 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm, 0.2 mm, dan 0.4 mm masih dalam zona status A sedangkan untuk variasi kedalaman pemotongan 0.6 mm dan 0.8 mm masuk pada zona status B. Berbeda dengan kecepatan *spindle* 1255, hanya variasi kedalaman pemotongan 0 mm saja yang masuk dalam zona status A sedangkan untuk variasi kedalaman pemotongan lainnya masuk pada zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.58 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.81 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.01 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.62 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.88 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.01 mm/s.

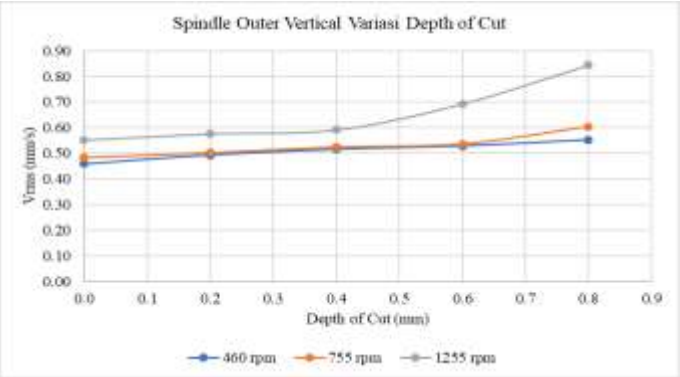
Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.70 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.01 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.02 mm/s.

Peningkatan amplitude getaran pemotongan cenderung meningkat dengan konstan, namun pada variasi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm hanya mengalami kenaikan getaran dengan rata-rata 0.013 mm/s.

Hasil pengukuran pada titik *spindle outer vertical* dengan variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan variasi 5 kedalaman pemotongan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 gerakan pemakanan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Grafik 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Outer Vertical Variasi Depth of Cut				
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.0	460	0	0.46	A
0.2		0.208	0.49	A
0.4			0.52	A
0.6			0.53	A
0.8			0.55	A
0.0	755	0	0.48	A
0.2		0.208	0.50	A
0.4			0.52	A
0.6			0.54	A
0.8			0.60	A
0.0	1255	0	0.55	A
0.2		0.208	0.58	A
0.4			0.59	A
0.6			0.69	A
0.8			0.84	B



Grafik 4.3 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan tabel 4.3 semua variasi kedalaman pemotongan pada tiap kecepatan *spindle* masih dalam zona status A kecuali pada kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm masuk kedalam zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.46 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.55 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.03 mm/s. Kenaikan amplitude yang dihasilkan pada kecepatan *spindle* ini cenderung konstan dengan rata-rata kenaikan 0.0225 mm/s.

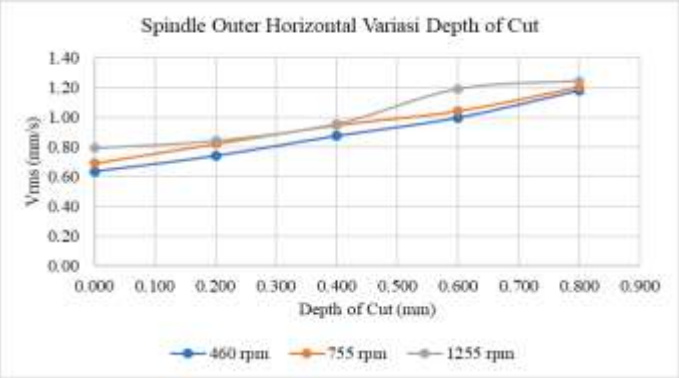
Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.48 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.60 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.02 mm/s. Kenaikan amplitude yang dihasilkan pada kecepatan *spindle* ini juga konstan dengan rata-rata kenaikan 0.02 mm/s namun berbeda dengan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm yang naik hingga 0.06 mm/s

Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.55 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.84 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.03 mm/s. Kenaikan amplitude yang dihasilkan pada kecepatan *spindle* ini dengan variasi kedalaman pemotongan 0.6 mm naik hingga 0.10 mm/s dan semakin melonjak 0.15 mm/s pada variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm.

Hasil pengukuran pada titik *spindle outer horizontal* dengan variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan variasi 5 kedalaman pemotongan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 gerakan pemakanan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Grafik 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Outer Horizontal Variasi Depth of Cut				
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0	0.63	A
0.200		0.208	0.74	B
0.400			0.87	B
0.600			1.00	B
0.800			1.18	C
0.000	755	0	0.69	A
0.200		0.208	0.82	B
0.400			0.94	B
0.600			1.04	B
0.800			1.20	C
0.000	1255	0	0.79	B
0.200		0.208	0.84	B
0.400			0.96	B
0.600			1.19	C
0.800			1.24	C



Grafik 4.4 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan Tabel 4.4 hanya pada kecepatan *spindle* 460 rpm dan 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm/s yang masuk dalam zona status A sedangkan pada variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm masuk kedalam zona status C. Pada kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0.6 mm dan 0.8 mm juga masuk kedalam zona status C.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.63 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.18 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.11 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.69 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.20 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.13 mm/s.

Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi kedalaman pemotongan 0 mm menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.79 mm/s dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.24 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi kedalaman pemotongan terkecil 0.2 mm mengalami peningkatan 0.05 mm/s.

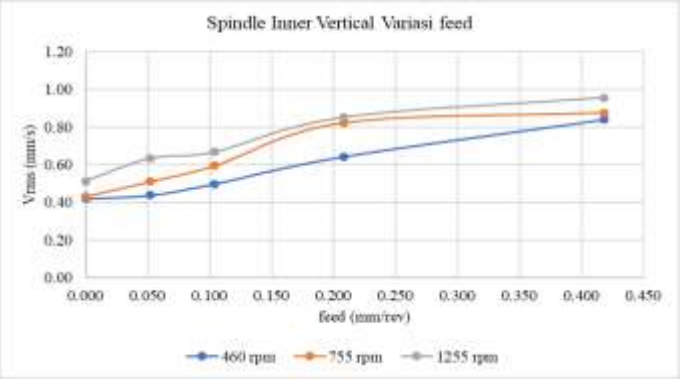
Pada titik ini terdapat amplitude yang masuk pada zona C yang berarti mengindikasikan adanya kegagalan dini yang terjadi. Hal ini dapat terlihat pada tiap variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm selalu pada zona status C. Kenaikan pada tiap variasi kedalaman pemotongan pada tiap kecepatan *spindle* menghasilkan kenaikan amplitude diatas 1 mm/s.

4.1.2. Hasil Pengukuran Variasi Gerak Pemakanan

Hasil pengukuran pada titik *spindle inner vertical* dengan variasi gerakan pemakanan ini menggunakan variasi 5 gerakan pemakanan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 kedalaman pemotongan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Grafik 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Inner Vertical Variasi feed				
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0	0.42	A
0.052		0.5	0.44	A
0.104			0.50	A
0.208			0.64	A
0.418			0.84	B
0.000	755	0	0.43	A
0.052		0.5	0.51	A
0.104			0.59	A
0.208			0.82	B
0.418			0.88	B
0.000	1255	0	0.51	A
0.052		0.5	0.63	A
0.104			0.67	A
0.208			0.85	B
0.418			0.96	B



Grafik 4.5 Titik *Spindle Inner Vertical* Variasi Gerak Pemakanan

Berdasarkan Tabel 4.5 variasi gerak pemakanan pada kecepatan *spindle* 460 rpm masih dalam zona status A kecuali pada variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev yang masuk pada zona status B. variasi gerak pemakanan pada kecepatan *spindle* 755 rpm dan 1255 rpm juga masih dalam zona status A kecuali pada variasi gerak pemakanan 0.208 mm/rev dan 0.418 mm/rev yang masuk pada zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.42 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.84 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.02 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.43 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.88 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.08 mm/s.

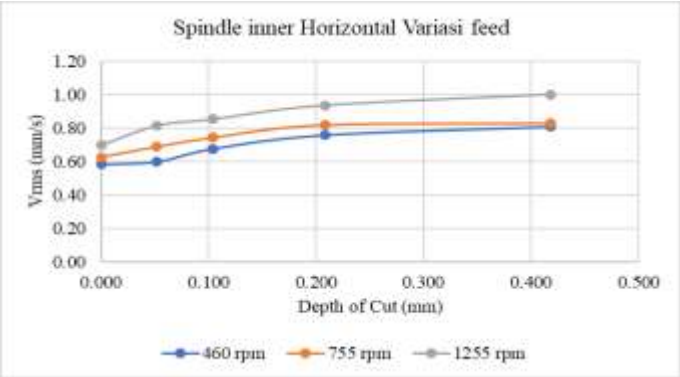
Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.51 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.96 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.12 mm/s.

Peningkatan amplitude getaran dengan variasi gerak pemakanan pada tiap kecepatan *spindle* cenderung konstan, namun pada variasi gerak pemakanan 0.208 mm/rev pada kecepatan *spindle* 755 rpm melonjak hingga 0.82 mm/s daripada variasi gerak pemakanan 0.104 mm/rev yaitu 0.59 mm/s.

Hasil pengukuran pada titik *spindle inner horizontal* dengan variasi gerakan pemakanan ini menggunakan variasi 5 gerakan pemakanan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 kedalaman pemotongan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Grafik 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle inner Horizontal Variasi feed				
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0.000	0.58	A
0.052		0.500	0.60	A
0.104			0.68	A
0.208			0.76	B
0.418			0.81	B
0.000	755	0.000	0.62	A
0.052		0.500	0.69	A
0.104			0.74	B
0.208			0.82	B
0.418			0.83	B
0.000	1255	0.000	0.70	A
0.052		0.500	0.81	B
0.104			0.85	B
0.208			0.93	B
0.418			1.00	B



Grafik 4.6 Titik *Spindle Inner Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Berdasarkan Tabel 4.6 variasi gerak pemakanan 0 mm/rev pada tiap kecepatan *spindle* masih dalam zona status A, begitu juga dengan variasi 0.052 mm/rev pada kecepatan *spindle* 460 rpm dan 755 rpm, serta variasi gerak pemakanan 0.208 mm/rev pada kecepatan *spindle* 460 rpm yang masih dalam zona status A. Namun untuk variasi gerak pemakanan lainnya pada titik ini masuk dalam zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.58 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.81 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.02 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.62 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.83 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.07 mm/s.

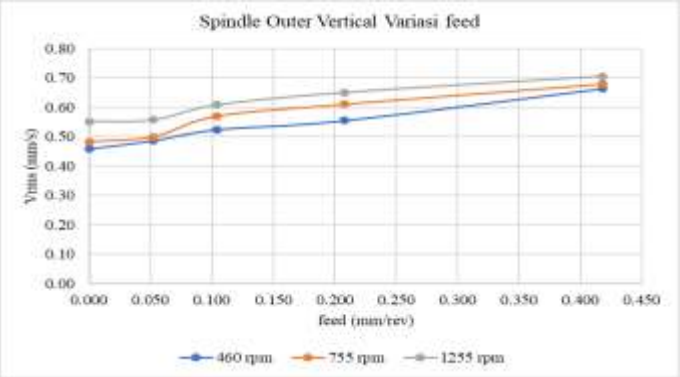
Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.70 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.00 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.11 mm/s.

Amplitudo getaran pada variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev pada kecepatan *spindle* 460 rpm hamper mendekati pada kecepatan *spindle* 755 rpm. Namun untuk kecepatan *spindle* 1255 rpm menghasilkan amplitude getaran yang paling tinggi daripada kecepatan *spindle* lainnya.

Hasil pengukuran pada titik *spindle outer vertical* dengan variasi gerakan pemakanan ini menggunakan variasi 5 gerakan pemakanan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 kedalaman pemotongan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Grafik 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Outer Vertical Variasi feed				
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0	0.46	A
0.052		0.5	0.49	A
0.104			0.52	A
0.208			0.56	A
0.418			0.66	A
0.000	755	0	0.48	A
0.052		0.5	0.50	A
0.104			0.57	A
0.208			0.61	A
0.418			0.68	A
0.000	1255	0	0.55	A
0.052		0.5	0.56	A
0.104			0.61	A
0.208			0.65	A
0.418			0.71	B



Grafik 4.7 Titik *Spindle Outer Vertical* Variasi Gerak Pemakanan

Berdasarkan Tabel 4.7 variasi gerak pemakanan pada tiap kecepatan *spindle* menghasilkan amplitude getaran yang masih dalam zona status A, kecuali pada variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev pada kecepatan *spindle* 1255 rpm yang masuk pada zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.46 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.66 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.03 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.48 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.68 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.02 mm/s.

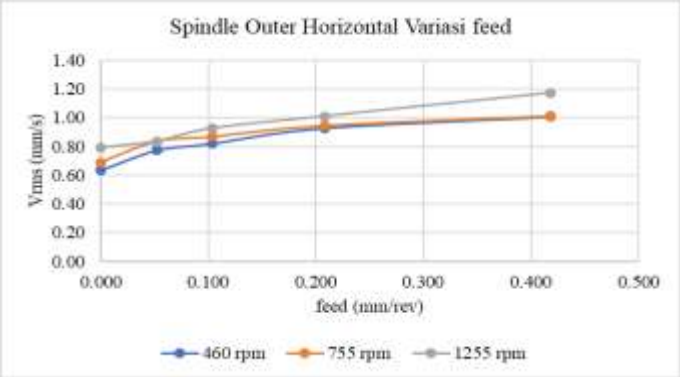
Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.55 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 0.71 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.01 mm/s.

Pada titik ini hasil pengukuran amplitude getaran yang diperoleh cenderung naik dengan konstan pada setiap gerak pemakanan dan pada setiap kecepatan *spindle*nya.

Hasil pengukuran pada titik *spindle outer horizontal* dengan variasi gerakan pemakanan ini menggunakan variasi 5 gerakan pemakanan, 3 kecepatan putar *spindle* dan 2 kedalaman pemotongan. Dengan variasi tersebut menghasilkan data nilai getaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Grafik 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Outer Horizontal Variasi feed				
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)	Zona Status
0.000	460	0.000	0.63	A
0.052		0.500	0.77	B
0.104			0.82	B
0.208			0.93	B
0.418			1.01	B
0.000	755	0.000	0.69	A
0.052		0.500	0.83	B
0.104			0.87	B
0.208			0.94	B
0.418			1.01	B
0.000	1255	0.000	0.79	A
0.052		0.500	0.84	B
0.104			0.93	B
0.208			1.01	B
0.418			1.17	C



Grafik 4.8 Titik *Spindle Outer Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Berdasarkan Tabel 4.8 variasi gerak pemakanan 0 mm/rev atau kondisi tanpa proses pemotongan pada tiap kecepatan *spindle* masih dalam zona A, sedangkan pada variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev pada kecepatan *spindle* 1255 rpm masuk dalam zona status C. Untuk variasi gerak pemakanan yang lain pada tiap kecepatan *spindle* masuk pada zona status B.

Kecepatan *spindle* 460 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.63 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.01 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.14 mm/s.

Kecepatan *spindle* 755 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.69 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.01 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.14 mm/s.

Kecepatan *spindle* 1255 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0 mm/rev menghasilkan amplitude getaran terendah yaitu 0.79 mm/s dan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan amplitude getaran paling tinggi yaitu 1.17 mm/s. Peningkatan amplitudo pada kondisi tanpa operasi dengan variasi gerak pemakanan terkecil 0.052 mm/rev mengalami peningkatan 0.05 mm/s.

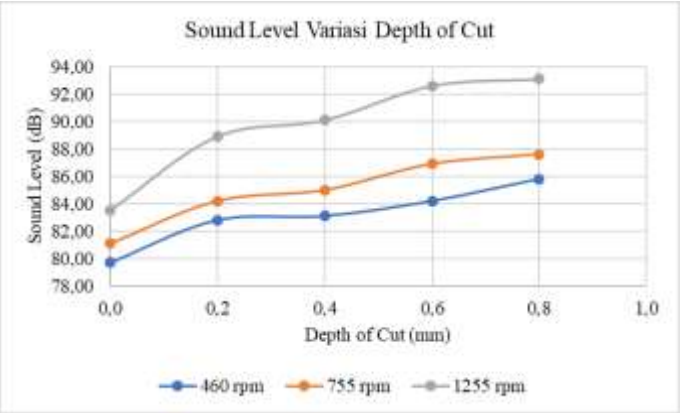
Pada kecepatan *spindle* 460 rpm dan 755 rpm dengan variasi gerak pemakanan 0.418 mm/rev menghasilkan nilai amplitude getaran yang hampir sama yaitu 1.01 mm/s, namun pada kecepatan *spindle* 1255 rpm, nilai amplitude yang dihasilkan lebih tinggi daripada dua kecepatan *spindle* lainnya, yaitu 1.17 mm/s dan masuk pada zona status C.

4.1.3. Hasil Pengukuran Sound Level

Hasil pengukuran level suara untuk variasi kedalaman pemotongan dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Grafik 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Kedalaman Pemotongan

Sound Level Variasi Depth of Cut			
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	Sound Level (dB)
0,0	460	0	79,70
0,2		0,208	82,80
0,4			83,10
0,6			84,20
0,8			85,80
0,0	755	0	81,10
0,2		0,208	84,20
0,4			85,00
0,6			86,90
0,8			87,60
0,0	1255	0	83,50
0,2		0,208	88,90
0,4			90,10
0,6			92,60
0,8			93,10

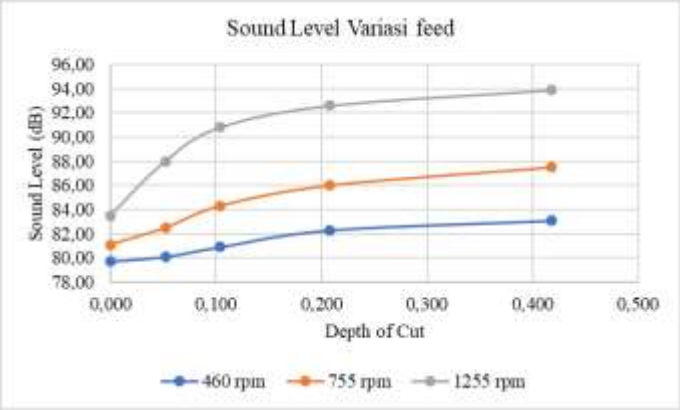


Grafik 4.9 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Kedalaman Pemotongan

Hasil pengukuran level suara untuk variasi gerak pemakanan dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Grafik 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Gerak Pemakanan

Sound Level Variasi feed			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	Sound Level (dB)
0,000	460	0	79,70
0,052		0,5	80,10
0,104			80,90
0,208			82,30
0,418			83,10
0,000	755	0	81,10
0,052		0,5	82,50
0,104			84,30
0,208			86,00
0,418			87,50
0,000	1255	0	83,50
0,052		0,5	88,00
0,104			90,80
0,208			92,60
0,418			93,90



Grafik 4.10 Hasil Pengukuran Level Suara Variasi Gerak Pemakanan

4.2. Pembahasan

4.2.1. *Overall Vibration*

Getaran merupakan respon dari sebuah sistem mekanik yang diakibatkan oleh gaya yang diberikan. Gaya yang menyebabkan getaran ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber misalnya kontak/benturan antar komponen yang bergerak/berputar, putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass), misalignment* dan juga karena kerusakan lainnya.

Berdasarkan ISO 10816-3 mengenai *vibration severity chart* berdasarkan daya yang dihasilkan, mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810080 pada Lab Perautan Departemen Teknik Mesin Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya menurut (Tomas Budik, Robert Jankovych, Milos Hammer, 2016) berada pada kategori small machine Group III dikarenakan daya yang dihasilkan 3HP atau 2,2 kW dan dengan pondasi *rigid foundation* serta menggunakan penggerak eksternal, namun dalam Tugas Akhir ini tidak menggunakan ISO 10816 secara utuh untuk menentukan level amplitude getaran, dikarenakan ISO 10816 adalah standar yang digunakan untuk mendeteksi kondisi mesin secara umum.. *Swedish Standard* SS728000 adalah *standard* yang dibuat untuk memonitoring getaran khusus pada *spindle* yang juga mengacu pada ISO 10816 sehingga dalam Tugas Akhir ini menggunakan *Swedish Standard* SS728000 sebagai acuan untuk menentukan level getaran.

Berdasarkan tabel Swedish standard SS728000, mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810080 pada Lab Perautan Department Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berada pada kategori LTSC (*Long Term Spindle Condition*) karena mesin bubut ini berputar pada rentang frekuensi 10-5000 Hz. Sedangkan STSC (*Short Term Spindle Condition*) adalah kategori *spindle* dengan rentang frekuensi 2000-10000 Hz.

Menurut standar SS728000 kategori LTSC terdapat 4 zona status yaitu A (*new machine* condition) dengan nilai overall

vibration > 0.7 mm/s , B (*unlimited long-term operation allowable*) dengain nilai overall vibration 0.7 mm/s – 1.1 mm/s, C (*short-term operation allowable*) dengan nilai overall vibration 1.1mm/s – 1.8 mm/s , dan D (*vibration causes damage*) dengan nilai overall vibration > 1.8 mm/s.

Pengukuran pada kondisi normal atau tanpa operasi pemotongan dimaksudkan untuk mengukur getaran bebas pada *spindle*. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah didapatkan ternyata pada semua titik pengukuran pada kondisi normal, semuanya masih pada zona status A, yang berarti *spindle* masih dapat berfungsi dengan baik.

Pengukuran dengan variasi kondisi pemotongan dimaksudkan untuk mengukur getaran paksa yang dihasilkan akibat proses pemotongan material. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah didapatkan, pada titik *spindle outer horizontal* yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 untuk variasi kedalaman pemotongan dan Tabel 4.8 untuk variasi gerak pemakanan, terdapat beberapa beberapa variasi pemotongan membuat amplitude getaran yang dihasilkan oleh *spindle* masuk pada zona status C. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat titik yang mengalami kegagalan dini. Meskipun pada zona status C berarti komponen yang diukur masih dapat dioperasikan namun untuk jangka waktu pendek, namun untuk diketahui jenis kegagalan dini yang terjadi diperlukannya Analisa lebih lanjut dengan menggunakan analisa spektrum.

Kecepatan putar *spindle* 460 rpm selalu menghasilkan getaran yang lebih rendah daripada kecepatan putar *spindle* 755 rpm pada variasi pemotongan yang sama, dan kecepatan putar *spindle* 755 rpm juga menghasilkan getaran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kecepatan putar *spindle* 1255 rpm pada variasi pemotongan yang sama. Ini berarti pada penelitian ini pengaruh kecepatan putar *spindle* terhadap getaran yang dihasilkan yaitu semakin besar kecepatan putar *spindle* yang digunakan maka akan menghasilkan getaran yang semakin besar pula. Namun hal

tersebut tidak selalu terjadi, dikarenakan pada penelitian ini tidak menganalisa tentang putaran kritis pada *spindle* tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui putaran kritis pada *spindle*.

Pada kedalaman potong 0 mm selalu menunjukkan nilai getaran terendah sedangkan kedalaman potong 0.8 mm selalu menunjukkan nilai getaran tertinggi pada setiap kecepatan *spindle* yang sama. Hubungan kedalaman potong terhadap nilai overall vibration yang dihasilkan oleh *spindle* yaitu semakin besar kedalaman pemotongan yang digunakan maka getaran yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena tebal geram yang dihasilkan akan semakin tebal, sehingga gaya potong yang diperlukan semakin besar dimana tebal benda kerja yang akan dipotong oleh pahat akan lebih tebal. Dari hasil pengukuran yang didapat, kedalaman potong yang paling besar selalu menghasilkan nilai getaran yang tertinggi.

Pada gerak pemakanan 0 mm selalu menunjukkan nilai getaran terendah sedangkan gerak pemakanan 0.418 mm/rev selalu menunjukkan nilai getaran tertinggi pada kecepatan *spindle* yang sama. Hubungan gerak pemakanan terhadap nilai overall vibration yang dihasilkan oleh *spindle* yaitu semakin besar gerak pemakanan yang digunakan maka getaran yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena laju pembuangan material akan semakin besar, sehingga gaya potong yang diperlukan semakin besar. Dari hasil pengukuran yang didapat, gerak pemakanan yang paling besar selalu menghasilkan nilai getaran yang tertinggi.

4.2.2. *Sound Level*

Berdasarkan pengujian kebisingan yang telah dilakukan menunjukkan tingkat kebisingan yang fluktuatif. Kebisingan yang dihasilkan mesin bubut menunjukkan kenaikan seiring dengan variasi kondisi pemotongan yang berubah. Hal itu dapat dilihat pada grafik 4.9 dan grafik 4.10 Pada grafik menunjukkan bahwa kecepatan putar *spindle*, kedalaman pemotongan, dan gerak

pemakanan berengaruh terhadap kebisingan yang dihasilkan mesin bubut. Kebisingan yang dihasilkan percobaan ini memiliki nilai antara 79.70 dB hingga 93.90 dB.

Berdasarkan keputusan mentri tenaga kerja NO. 51/MEN/1999 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja menyatakan bahwa terpapar kebisingan dapat menyebabkan gangguan pada indra pendengaran, maka dari itu ditetapkan nilai ambang batas kebisingan yang aman bagi operator. Berdasarkan peraturan tersebut, maka data yang diperoleh pada Tabel 4.9 untuk variasi kedalaman pemotongan dan Tabel 4.10 untuk variasi gerak pemakanan dibandingkan dengan nilai ambang batas kebisingan yang diijinkan menurut keputusan mentri tenaga kerja NO.51/MEN/1999 sehingga menghasilkan data waktu pemajanan per hari yang diijinkan yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 untuk variasi kedalaman pemotongan dan Tabel 4.12 untuk variasi gerak pemakanan.

Tabel 4.11 Hasil Perbandingan Nilai Ambang Batas Kebisingan dengan Hasil Pengukuran Kedalaman Pemotongan

Sound Level Variasi Depth of Cut				
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	Sound Level (dB)	Waktu Pemajanan Perhari
0,0	460	0	79,70	8 Jam
0,2		0,208	82,80	8 Jam
0,4			83,10	8 Jam
0,6			84,20	8 Jam
0,8			85,80	8 Jam
0,0	755	0	81,10	8 Jam
0,2		0,208	84,20	8 Jam
0,4			85,00	8 Jam
0,6			86,90	8 Jam
0,8			87,60	8 Jam
0,0	1255	0	83,50	8 Jam
0,2		0,208	88,90	4 Jam
0,4			90,10	4 Jam
0,6			92,60	2 Jam
0,8			93,10	2 Jam

Tabel 4.12 Hasil Perbandingan Nilai Ambang Batas Kebisingan dengan Hasil Pengukuran Gerak Pemakanan

Sound Level Variasi feed				
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	Sound Level (dB)	Waktu Pemajanan Perhari
0,000	460	0	79,70	8 Jam
0,052		0,5	80,10	8 Jam
0,104			80,90	8 Jam
0,208			82,30	8 Jam
0,418			83,10	8 Jam
0,000	755	0	81,10	8 Jam
0,052		0,5	82,50	8 Jam
0,104			84,30	8 Jam
0,208			86,00	8 Jam
0,418			87,50	8 Jam
0,000	1255	0	83,50	8 Jam
0,052		0,5	88,00	4 Jam
0,104			90,80	4 Jam
0,208			92,60	2 Jam
0,418			93,90	2 Jam

Berdasarkan pengukuran nilai tingkat kebisingan yang telah dilakukan pada variasi kedalaman pemotongan dan gerak pemakanan menunjukkan bahwa waktu pemajanan maksimal pengoperasian mesin bubut yaitu 8 jam/hari. Namun pada beberapa variasi kedalaman pemotongan memiliki ambang batas berbeda yaitu pada kecepatan putar *spindle* 1255 rpm dengan kedalaman pemotongan 0.2 mm dan 0.4 mm serta gerak pemakanan 0.052 mm/rev dan 0.104 mm/rev waktu pemajanan yang diperbolehkan yaitu 4 jam/hari. Sedangkan pada kecepatan putar *spindle* 1255 rpm dengan kedalaman potong 0.6 mm dan 0.8 mm serta gerak pemakanan 0.208 mm/rev dan 0.418 mm/rev waktu pemajanan yang diperbolehkan yaitu 2 jam/hari.

Ambang batas ini dapat digunakan pada industri dengan tingkat produksi yang padat. Untuk menjaga kesehatan dari operator maka disarankan agar proses produksi pada industry menggunakan peralatan penunjang keselamatan indra pendengaran seperti *earplug* apabila waktu proses produksi harus melebihi ambang batas yang disarankan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan pada proses pemotongan baja karbon ST 41 maupun tanpa proses pemotongan, maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan *spindle*, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan mempengaruhi besarnya nilai getaran yang dihasilkan pada *spindle* mesin bubut. Semakin besar nilai kecepatan *spindle*, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan yang dipakai pada operasi, menyebabkan semakin besar pula nilai getaran yang dihasilkan oleh *spindle* mesin bubut serta kebisingan yang dihasilkan pada saat operasi.

Berdasarkan data hasil pengukuran getaran yang diperoleh pada proses *turning face* dengan material baja karbon ST 41 dan variasi kedalaman pemotongan 0.8 mm menunjukkan nilai getaran hingga mencapai zona status C. Kecepatan *spindle* 1255 rpm adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap besarnya nilai getaran yang dihasilkan oleh *spindle* mesin bubut.

Pada hasil pengukuran getaran pada titik SOH (*Spindle Outer Horizontal*) dapat mewakili kondisi *spindle* mesin bubut pada saat menggunakan variasi 0.8 mm dan gerak pemakanan 0.418 mm/rev terutama pada kecepatan *spindle* 1255 rpm termasuk pada zona status C yang berarti *short-term operation allowable.*

Berdasarkan data hasil pengukuran kebisingan yang diperoleh, disimpulkan bahwa operator yang mengoperasikan mesin bubut pada kecepatan *spindle* 1255 rpm menghasilkan nilai kebisingan diatas 88 dB, menurut keputusan mentri tenaga kerja NO. 51/MEN/1999 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja waktu pemajanan yang diijinkan maksimal 4 jam/hari untuk proses pengerjaan *turning face* pada material ST 41.

Dalam penelitian ini semua pengujian dengan variasi kedalaman potong, gerak pemakanan, dan kecepatan *spindle* hanya berlaku untuk material baja karbon ST 41 dan tidak berlaku untuk material lainnya dikarenakan setiap bahan memiliki *mechanical properties* yang berbeda terutama pada kekuatan tarik dan kekerasan material yang sangat mempengaruhi terhadap hasil pengujian.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan pengukuran dengan analisa spektrum sehingga dapat diketahui jenis kegagalannya.
2. Menggunakan *rotating equipment* jenis lainnya sebagai variasi alat penelitian.
3. Menggunakan material lainnya sebagai variasi bahan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bilošová A., Biloš J. 2012. "*Vibration Diagnostics*". **Investment In Education Development**.

Davim, J. P. 2001. "*Modern Machining Technology*". **Woodhead Publishing Limited**.

Febrianto H. 2018. "Identifikasi *Unbalance* Pada *Centrifugal Fan* C2322 Unit PA Pabrik 3 PT. Petrokimia Gresik dengan Menggunakan Metode Pengukuran Vibrasi". **Tugas Akhir**.

Joshi, P. H. 2005. "*Machine Tools Handbook*". USA : **McGraw-Hill**.

Nur I. 2011. "Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Getaran Mesin Perkakas". **Poli Rekayasa** Vol. 6 No. 2, 112-118.

Perez E. T. 2015. *"Study of Vibration Severity Assessment for Machine Tool Spindles Within Condition Monitoring"*

Ponam J. 2014. "Analisa Perhitungan Pahat Potong".

Rastegari A., Archenti A., Mobin M. 2017. "*Condition Based Maintenance of Machine Tools: Vibration Monitoring of Spindle Units"*.

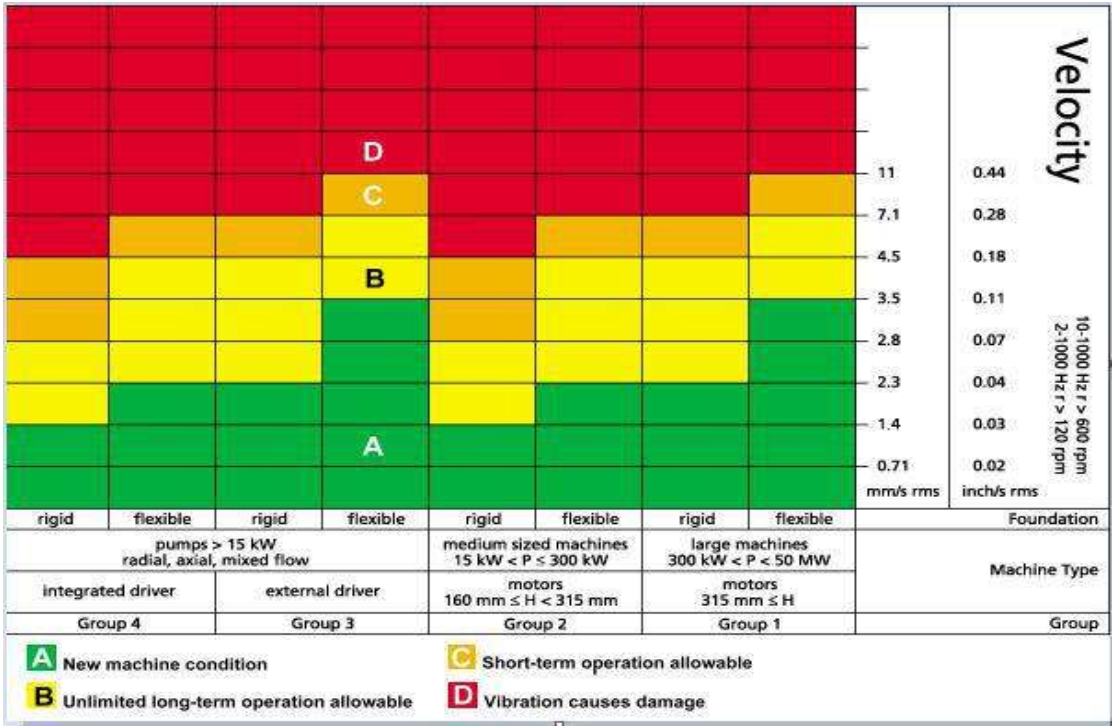
Rozaq M. M., Iswanto. 2017. "Analisa Pengaruh Gerak Makan dan Putaran Spindel Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional".

Rusnaldy, Tauviqirrahman M., Ranuaji W. 2009. "Proses Simulasi Untuk Menentukan Besarnya Gaya Potong Pada Proses Bubut". **ROTASI** Vol. 11 No. 1, 29-32.

Saravanan S., Yadava G. S., Rao P. V. 2006. "*Condition Monitoring Studies on Spindle Bearing of a Lathe*". **Int J Adv Manuf Technol** 28:993-1005.

Sullivan G.P., Pugh R., Melendez A.P., Hunt W.D. 2004. "*Operations & Maintenance"*.

Lampiran 1


Velocity
10-1000 Hz r > 600 rpm
2-1000 Hz r > 120 rpm
D
C
B
A
11
7.1
4.5
3.5
2.8
2.3
1.4
0.71
mm/s rms
0.44
0.28
0.18
0.11
0.07
0.04
0.03
0.02
inch/s rms
rigid
flexible
rigid
flexible
rigid
flexible
rigid
flexible
Foundation
pumps > 15 kW
radial, axial, mixed flow
medium sized machines
15 kW < P ≤ 300 kW
large machines
300 kW < P < 50 MW
Machine Type
integrated driver
external driver
motors
160 mm ≤ H < 315 mm
motors
315 mm ≤ H
Group 4
Group 3
Group 2
Group 1
Group
A New machine condition
B Unlimited long-term operation allowable
C Short-term operation allowable
D Vibration causes damage

Lampiran 2

600< rpm ≤6 000
6 000< rpm ≤12 000
12 000< rpm ≤18 000
18 000< rpm ≤30 000
LTSC (mm/s RMS)
0,7
1,1
1,8
∞
A
B
C
D
STSC (m/s² RMS)
6
10
15
20
25
30
35
40
45
50
∞
A
B
C
D

Lampiran 3

LAMPIRAN II : KEPUTUSAN MENTERI TENAGA KERJA
NOMOR. : KEP.51/MEN/1999
TANGGAL : 16 APRIL 1999

NILAI AMBANG BATAS KEBISINGAN

Waktu pemajanan per hari		Intesitas kebisingan dalam dB A
8		85
4	Jam	88
2		91
1		94
30		97
15		100
7,5	Menit	103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12		115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76	Detik	127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Catatan : Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 16 April 1999

MENTERI TENAGA KERJA
REPUBLIK INDONESIA

ttd.

FAHMI IDRIS

BIODATA PENULIS

Norvan Aji Satrio, penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 6 November 1997. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari TK Kurnia Sari pada tahun 2003, lulus dari SDN Tambak Sari V pada tahun 2009, lulus dari SMPN 8 Surabaya pada tahun 2012 dan lulus dari SMAN 4 Surabaya pada tahun 2015.

Setelah lulus SMA, penulis diterima di Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS dengan Nomor Registrasi 2115 030 088. Selama kuliah penulis aktif berorganisasi sebagai Staff Divisi Chassis and Steering Nogogeni ITS Team 2016/2017, Staff Divisi Chassis and Steering Nogogeni ITS Team 2017/2018. Menjadi juara 2 pada perlombaan Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2017 dan menjadi juara 2 pada perlombaan Shell Eco Marathon Asia (SEM-Asia) 2018, serta mengikuti beberapa pelatihan dan seminar yang diadakan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. PAL Indonesia di Surabaya.

Email : norvanajisatrio@gmail.com